



МЦНТИ



Российский союз предприятий
холодильной промышленности
РОССОЮЗХОЛОДПРОМ

Международный опыт использования природных хладагентов

Технический эксперт МЦНТИ
Александр Чухчин

4 апреля 2024 г.

Application (Применение)	Annual Leakage Rate (годовые утечки)
Domestic Refrigeration (Бытовое холодильное оборудование)	0.1 - 0.5 %
Stand-Alone Commercial Applications (автономные коммерческие установки)	1 - 10 %
Medium and Large Commercial refrigeration (средние и крупные коммерческие холодильные установки)	10 - 30 %
Transport Refrigeration (транспортные холодильные установки)	15 - 50 %
Industrial Refrigeration including Food Processing and Cold Storage (промышленное охлаждение, включая оборудование для переработки пищевых продуктов и холодного хранения)	7 - 25 %
Chillers (чиллеры)	2 - 15 %
Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps (бытовые и коммерческие системы кондиционирования, включая тепловые насосы)	1 - 5 %
Mobile Air Conditioners (автомобильные кондиционеры)	10 - 20 %

* These values are from IPCC Good Practice Guidelines and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2000)

Через 5 лет у Заказчиков будут серьезные проблемы
с обслуживанием установленной техники



Природные хладагенты - это в первую очередь аммиак, диоксид углерода (CO₂) и УВ-хладагенты



Оборудование на природных хладагентах может применяться практически во всех секторах. Там, где нет – нужно и можно пока использовать ГФУ и ГФО с низким ПГП

Подсектор	Заправка хладагентом (кг)	Хладагенты
Бытовые холодильники и морозильные камеры	0.1-0.3	HFC-134a
		HC-600a (изобутан)
Коммерческие системы охлаждения (автономное оборудование, компрессорно-конденсаторные блоки, системы малого и среднего размера)	0.1-200	R-404A
		HFC-134a
		HC-290 (пропан)
		R-407A
		R-744 (CO2)

Крупные системы	250-5,000	R-717 (аммиак)
		R-507A
		R-404A
		R-744 (CO2)
		HCs
Промышленная система охлаждения на базе чиллера	100-2,000	R-404A
		HFC-134a
		R-744 (CO2)
		R-717 (аммиак)
		Другие (укажите): R-407C

Транспортное охлаждение (контейнеры и суда)	1-1,000	R-404A
		HFC-134a
		R-744 (CO2)
		R-717 (аммиак)
Устройства медицинского назначения		HFC-134a
		HCS (УВ)
		R-404A

Бытовые кондиционеры воздуха (включая настенные сплит-системы)	0.2-3	R-410A
		R-407C
		HFC-161
		HFC-32
		HC-290 (пропан)
Транспорт: легковые автомобили и микроавтобусы	0.4-0.8	HFC-134a
		HFO-1234yf
Транспорт: крупногабаритные автомобили	2.0-10.0	R-410A
		R-407C
		HFC-134a

<p>Прочие системы кондиционирования (включая сплит-системы, мульти-сплит-системы, VRF-системы и руфтопы)</p>	<p>3-100</p>	R-410A
		R-407C
		HFC-161
		HFC-32
		HC-290 (пропан)
		R-744 (CO2)
<p>Чиллеры (малые/средние/большие)</p>	<p>500-13 000</p>	R-407C
		R-410A
		HC-290 (пропан)
		HC-1270
		HFC-134a
		HFC-32
		HFOs
R-717 (аммиак)		

<p>Тепловые насосы (для отопления помещений ("воздух-вода") и для нагрева горячей воды (воздушные))</p>	<p>3-6</p>	<p>R-410A</p> <hr/> <p>R-744 (CO2)</p> <hr/> <p>HFC-134a</p>
<p>Крупные системы центрального отопления (сточные воды)</p>	<p>250-7,000</p>	<p>HFC-134a</p> <hr/> <p>R-717 (аммиак)</p>

Углеводородные хладагенты



Углеводородные хладагенты – объем безопасной заправки



25 мая 2022 года Международная электротехническая комиссия (МЭК) опубликовала принятую в конце апреля седьмую редакцию стандарта "Частные требования к электрическим тепловым насосам, воздушным кондиционерам и осушителям", получившую обозначение IEC 60335-2-40:2022.

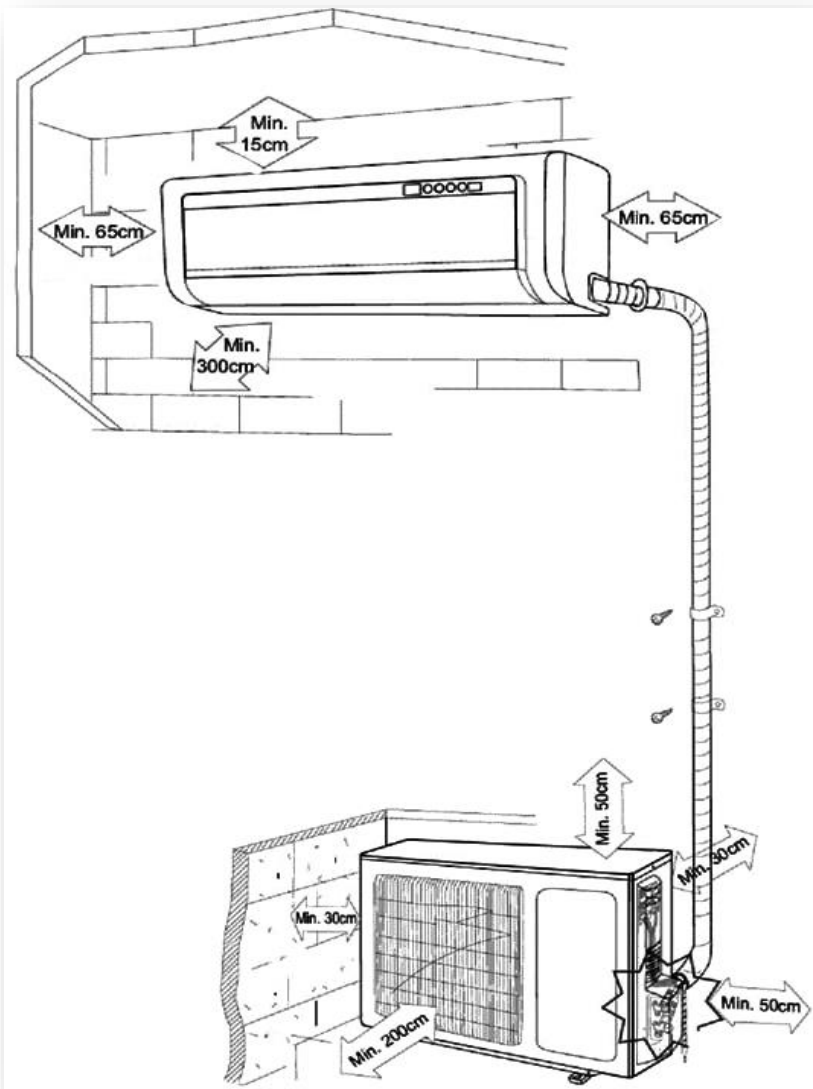
Предусмотрено увеличение допустимого объема безопасной заправки до 500 граммов (вместо 150 граммов)

Углеводородные хладагенты – сферы применения

На сегодняшний день они чаще всего используются:

- ✓ в бытовых холодильниках и морозильниках, в холодильниках для хранения вина;
- ✓ торговом холодильном и морозильном оборудовании;
- ✓ диспенсерах (водяных кулерах);
- ✓ осушителях воздуха;
- ✓ тепловых насосах;
- ✓ высокотемпературных каскадах двухкаскадных холодильных систем;
- ✓ бытовых кондиционерах воздуха.

Сплит-система в квартире (Австрия)



ENERGY EFFICIENCY
3.7*
EER (W/W)
Label Period : 1st Jan 2016 - 31st Dec 2017

Appliance/Type	: RAC/Split
Brand	: Godrej
Model/Year	: GSC 18 FG 6 BOG/2017
Cooling Capacity (W)	: 5000
Power Consumption (W)	: 1351
Variable Speed Compressor	: No
Heat Pump	: No

ENERGY IS LIFE
BEE
CONSERVE IT
BEE/AAS/02/2019/10

*Under test conditions, when tested in accordance with IS 1381
Actual electricity consumption will depend on how the appliance being used.

Чиллер в Ереване



Обучение специалистов



Интересные факты (подробно – см. курс)

Осушители

Китайский производитель мобильных кондиционеров воздуха на пропане выпускает и осушители, использующие этот хладагент.

Тепловые насосы

Тепловые насосы, использующие УВ-хладагенты, показывают себя крайне эффективным оборудованием. В 2017 году голландский город Вере стал первым городом в стране, полностью отказавшимся от использования природного газа, потребление которого сократилось с 24 444 кубометров в 2016 году до нуля.

Транспортное кондиционирование

Исследование, проведённое в 2002 году Обществом (MACS), показало, что кондиционеры примерно 2% подержанных автомобилей в США (то есть более 4,2 миллиона) заправлены УВ-хладагентами. Аналогичное исследование, проведённое в 2004 году Университетом Нового Южного Уэльса, выявило уже 4,7 миллиона таких автомобилей. Это же исследование показало, что УВ-хладагенты часто используются в кондиционерах австралийских автомобилей.

R717 – NH₃ - аммиак



- ✓ от 1 мВт и выше;
- ✓ как в собственно аммиачных холодильных машинах, так и в «каскадных системах»;
- ✓ чаще всего - пищевая промышленность, холодильное хранение, холодоснабжение спортивных объектов, нефтехимическая промышленность.

Аммиак – требования к компонентам

- ✓ Все материалы, используемые в системе, должны быть совместимы с безводным аммиаком и выбранным смазочным маслом.
- ✓ Компоненты, находящиеся в непосредственном контакте с аммиаком, не должны содержать ртуть.
- ✓ Не следует использовать медь, цинк, кадмий и их сплавы, а также резину, если совместимость этих материалов с аммиаком не установлена заранее.
- ✓ Материалы должны соответствовать всем соответствующим требованиям и нормам, а также рабочим температурам и давлению в системе.

Старые советские установки



Современные системы – надежны и безопасны



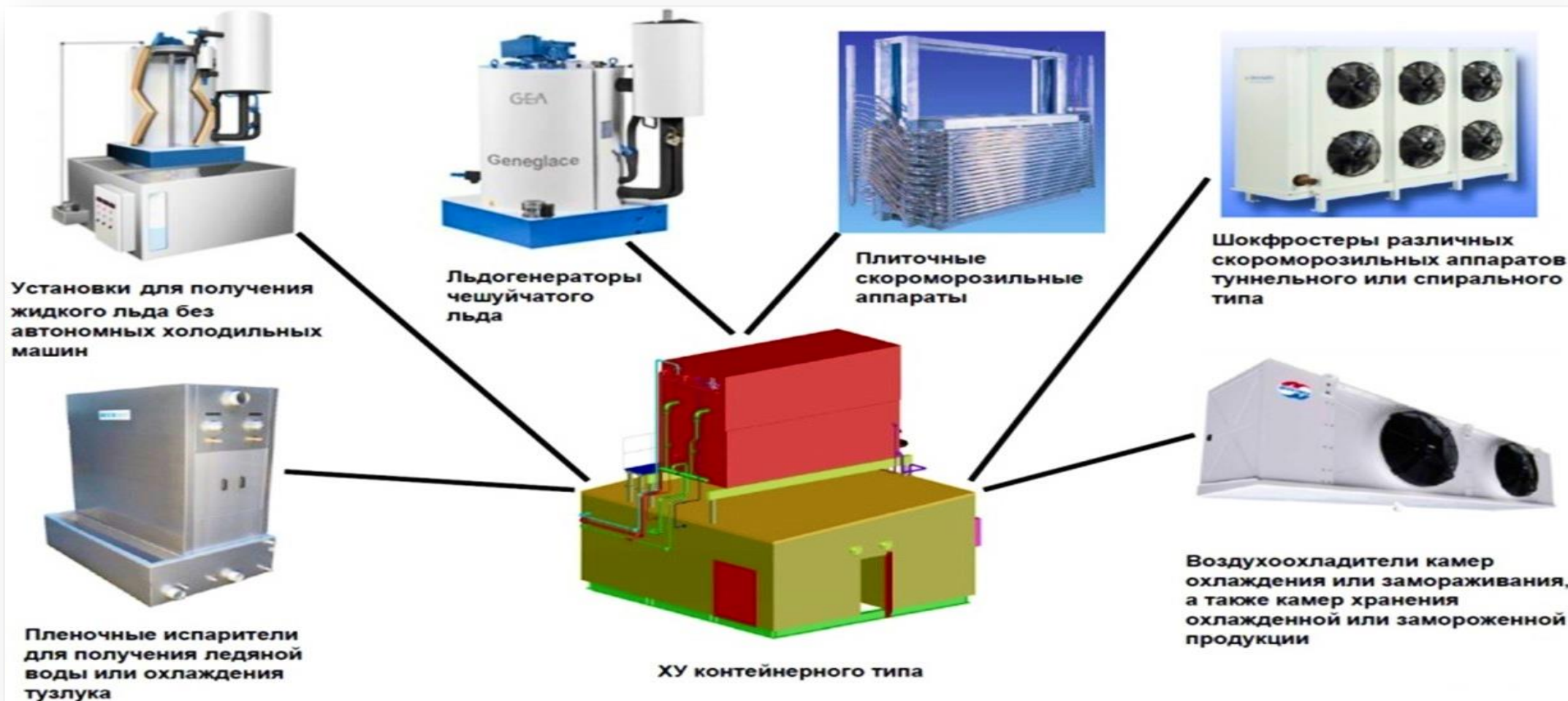
Аэропорт Цюриха



Перспективные направления для аммиака

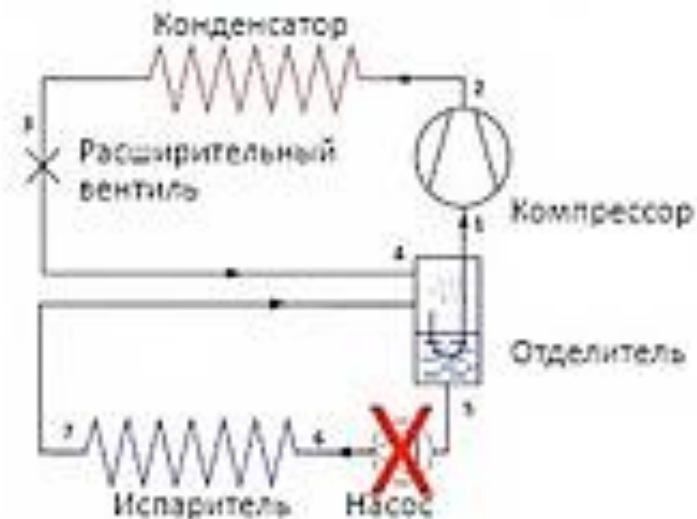
- ✓ Системы различного назначения с малой заправкой аммиака;
- ✓ Системы кондиционирования общественных зданий, офисных и торговых центров;
- ✓ Системы охлаждения (кондиционирования) центров обработки данных (ЦОД);
- ✓ Тепловые насосы для утилизации бросового тепла промышленных процессов.

Аммиачные ХУ контейнерного типа. Без стационарного машинного отделения.



Чиллеры ультрамалой заправкой хладагента. 18 граммов аммиака на 1 кВт холода.

- Модификация аммиачного чиллера CTS путём добавления эжектора и отделителя жидкости для заполнения испарителя
- Насос для подачи хладагента не нужен



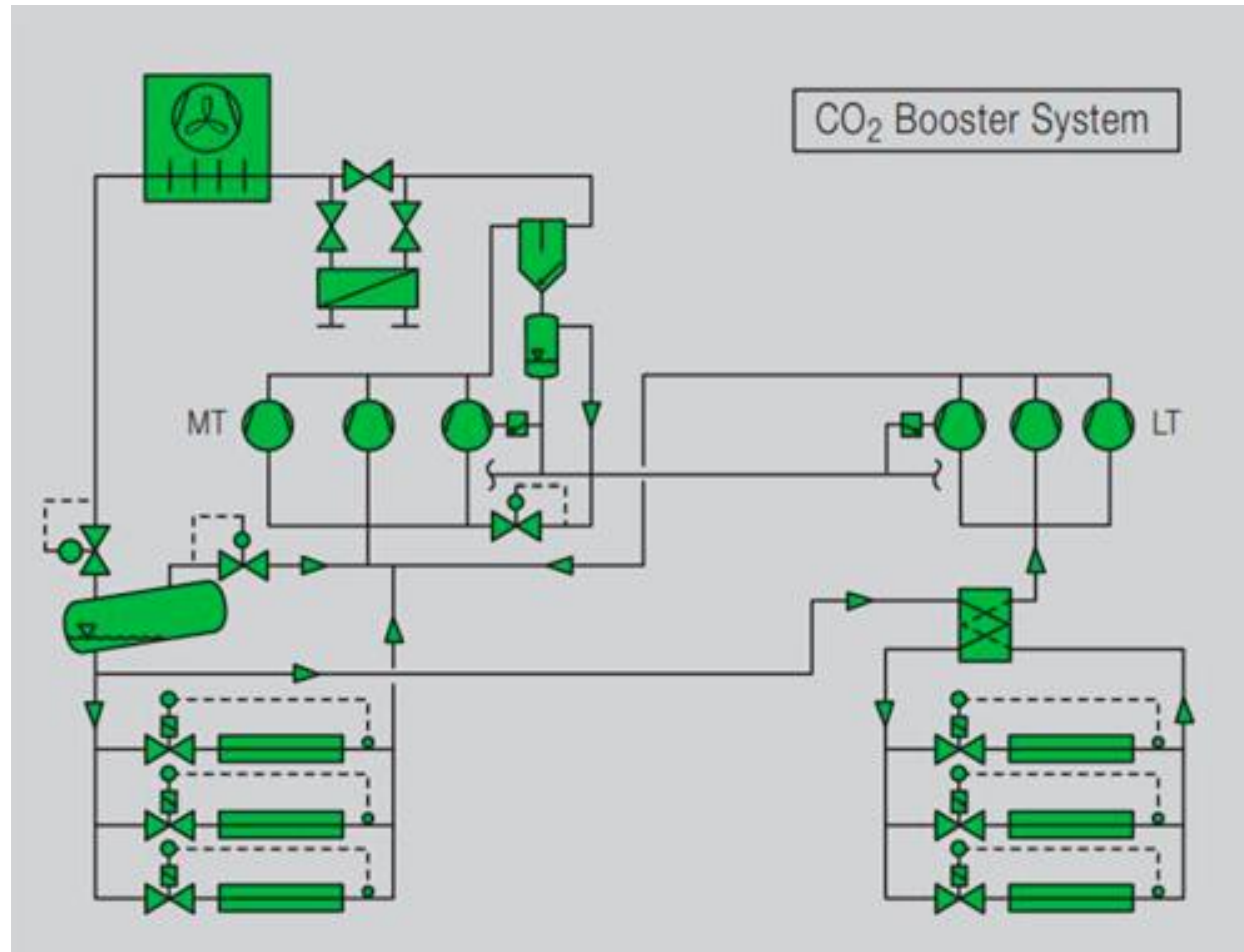
R744 – CO₂ – Диоксид углерода



GWP = 1



120 бар!



наиболее перспективно – «коммерческий
холод», от 10 кВт до 1 мВт;

CO2 – применение

- ✓ Логистика и ритейл;
- ✓ Хранение овощей, фруктов и ягод;
- ✓ Химическая отрасль;
- ✓ Фармацевтика;
- ✓ Машиностроительная промышленность;
- ✓ Холодоснабжение спортивных объектов;
- ✓ Переработка пищевых продуктов;
- ✓ Рыбная, мясная и молочная промышленность;
- ✓ Кондитерское и хлебопекарное производство;
- ✓ Атомная промышленность.

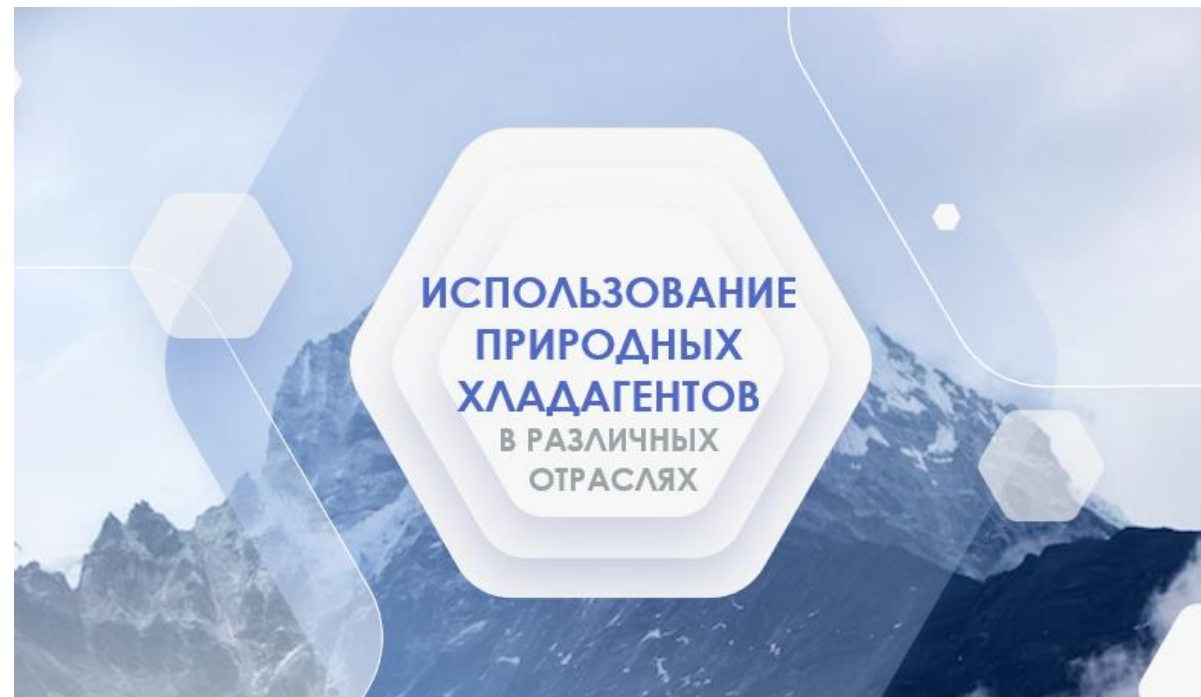
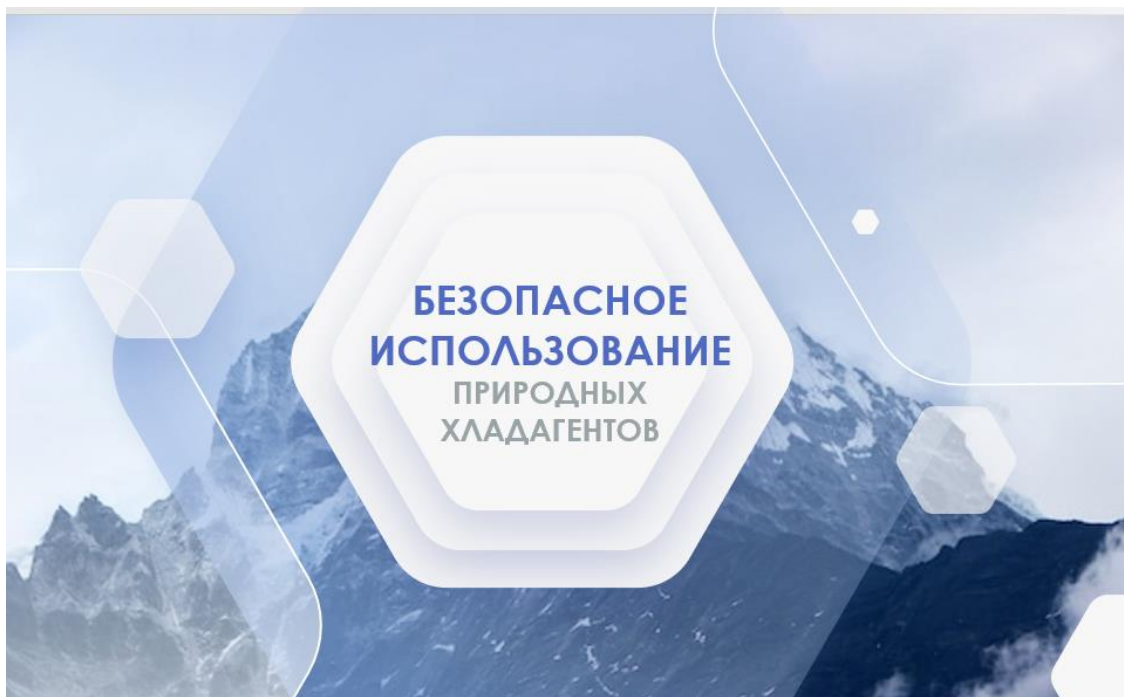


CO₂ – на примере России

- ✓ В РФ эксплуатируются более 100 объектов на CO₂ в диапазоне мощностей от 50 кВт до более чем 1,5 МВт;
- ✓ Большая часть объектов введена в эксплуатацию в последние 3 года;
- ✓ **Высокая энергоэффективность** по сравнению с ГФУ на **15-30%** в центральных и северных областях России и на **5-15%** в южных регионах при увеличении капитальных затрат на 20-40%;
- ✓ Окупаемость за 3-4 года.



Природные хладагенты требуют подготовки кадров и корректировки стандартов.



Прямая конверсия с ОРВ и ГФУ на природные хладагенты редко бывает целесообразной! Это новый рынок оборудования.

Вопросы? Предложения?

Технический эксперт МЦНТИ
Александр Чухчин

E-mail: avk@icsti.int